

A hajlékonyfalú csomagolóanyagok aktuális kihívásai és fejlődési irányai

MAGYAR CSOMAGOLÁSI ÉVKÖNYV – 2014

Dr. Madai Gyula

A hajlékonyfalú csomagolóanyagokat sem kerülük el a globális kihívások, miközben győzedelmesen folytatják előretörésüket a fogyasztói csomagolások területén.

Jelen írásomban arra teszek kísérletet, hogy e kettősséget alapvetően pozitív kicsengés mellett mutassam be.

A fogalmi tisztázás kedvéért rögzítsük le, hogy jelen vizsgálódásunk rendszerhatárait azokra a csomagolóanyagokra terjesztjük ki, amelyek legfőbb szerkezeti építőelemei tetszőleges kombinációban a műanyag fóliák, alumínium fólia, papír/karton, bevonó anyagok, nyomdafestékek és ragasztók. (A papírok, kartonok önálló alkalmazási területei kívül ezen a körön). Tekintettel arra a kitüntetett szerepre, hogy az Európai Unióban a hajlékonyfalú csomagolóanyagok – az italkartonokkal együtt – a becsomagolt élelmiszerrel érintkező felületek mintegy 50%-át teszik ki, vizsgálódásunk középpontjába az élelmiszer-csomagolási alkalmazásokat helyezük.

Korunk globális kihívásai újra és újra a támadások keresztüzébe helyezik a csomagolási rendszereket. Ezeket belül is elsősorban a csomagolóanyagokat. Nem múlik el nap anélkül, hogy civilmozgalmak, fogyasztók, politikusok és maguk az érintett területek szakemberei is ne fejeznék ki aggodalmukat a vizeket és természetet szennyező műanyag hulladékok láttán. Káros anyagok kibocsátása a csomagolóanyagokból és ebből kifolyólag a becsomagolt élelmiszerek és az emberi egészség veszélyeztetése a médiában szintén mindennapos témának számít. Az ilyen megközelítések általában egyoldalúak, illetve sokszor a felelőtlen gazdasági szereplők által képviselt gyakorlatot tekintik általános érvényűnek.

Napjaink globális kihívásainak egyik központi témájává vált az a felismerés, hogy a megtermelt és becsomagolt élelmiszerek mintegy egyharmada megy veszendőbe, miközben az élelmiszer értékteremtő lánc szén-dioxid egyen-

értékben mért környezetterhelése az első helyen osztozik a szállítás-fuvarozás fosszilis üzemanyag fogyasztásából származó kibocsátással. Ezért emelte fel szavát a FAO és az UNEP (United Nations Environmental Program) az élelmiszerlánc veszteségeinek csökkentése érdekében, és indította útjára 2011-ben a „Save Food” kezdeményezést, amelynek a 2014. évi düsseldorfi Interpack kiállítás keretében lezajló konferencia egy kiemelkedő esemény volt.



1. ábra. FAO-UNEP „Save Food” kezdeményezése

A konferencia ajánlásainak megfelelően a hajlékonyfalú csomagolóanyagok aktuális kihívásait a fenntarthatóság követelménye felől célszerű megközelítenünk. Ezek szerint azt kell megvizsgáljunk, hogy milyen megítélés alá esik társadalmi hasznosságuk és hatékonyságuk a teljes értékalkotó lánc mentén, valamint azt, hogy az egész életciklust magában foglaló természeti erőforrás (anyag, energia) felhasználásuk milyen mértékben elégíti ki a korszerű gazdaságossági követelményeket.

A társadalmi hasznosság és hatékonyság leginkább a funkcionalitás és a biztonság felől közzelíthető meg. Általános szabályként kimondhatjuk, hogy a csomagolóanyagok sohasem vizsgálhatók önmagukban, hanem csakis azon csomagolási rendszerek részeként, amelyekben közvetlenül alkalmazásra kerülnek. Ebből az is következik, hogy a teljes értékalkotó láncból nem szakíthatók ki és nem korlátozható vizsgálá-

Termék	Eltarthatóság MAP nélkül [nap]	Eltarthatóság MAP alkalmazásával [nap]
Friss vörös hús (magas O ₂)	2-3	6-10
Friss vörös hús (alacsony O ₂)	2-3	21
Friss kolbász	4-5	15-16
Friss feldolgozott szárnyas	3-10	12-18
Főzött szárnyas	5-16	21-30
Főtt hús	1	30-45
Sajt	7	180
Friss tészta	3	60

Adatok: hűtött tárolás mellett Forrás: Coextruded Plastic Technologies, Inc.

2. ábra. Eltarthatóság növelése MAP (módosított atmoszféra) alkalmazásával

latuk kizárólag az életciklus végét jelentő hulladékkezelésre sem.

A hajlékonyfalú csomagolóanyagok kétségkívül legnagyobb erőnye, hogy a becsomagolt élelmiszer tömegére számított optimális anyagfelhasználás mellett pontosan tervezhető eltarthatóságot biztosítanak. A tervezhető eltarthatóság az élelmiszerlánc veszteségei elleni küzdelemben az egyik leghatékonyabb fegyvert jelenti. Példaként álljon itt egy összehasonlítás friss élelmiszerek eltarthatósága vonatkozásában módosított atmoszférájú csomagolás alkalmazása esetében (2. ábra).

Tekintettel arra, hogy a megkívánt eltarthatóság minden esetben követelmény, a hajlékonyfalú csomagolóanyagok alapszerkezete ezért legalább a következő funkcionális alkotóelemekből épül fel (3. ábra).



3. ábra. Hajlékonyfalú csomagolóanyagok alapszerkezete

Az egyes rétegek alapanyaga a műanyagok széles skálájának megfelelően igen sokféle lehet:

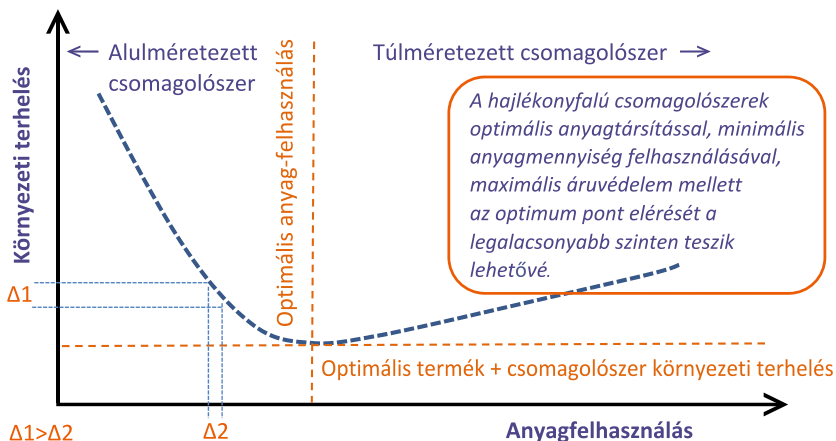
- ♦ nyomtatott (információhordozó) réteg: PE, PET, OPP, OPA, Cellofán, PLA, papír;
- ♦ funkcionális záróréteg: alumínium fólia, metallizált fóliák, SiO_x-, AlO_x- bevonatú fóliák, EVOH, PvdC, PA, PET;

- ♦ integrált zárást biztosító hegedő réteg: PE, CPP, Ionomer, CS.

A funkcionális záróréteg típusának és vastagságának változtatásával az eltarthatóság szinte tetszőleges határok között változtatható – ide értve az aseptikus csomagolást is –, miközben a további szerkezeti tervezés szabadságfoka gyakorlatilag nem szűkül. Megfelelően megválasztott alapanyagok esetében a becsomagolt élelmiszer eltarthatósága hőkezeléssel (pasztörizálás, sterilizálás) hatékonyan növelhető. Az eltarthatóság meghosszabbítása érdekében a szerkezeti elemek kiegészülhetnek aktív és intelligens funkciókkal, mint az oxigénelnyelő („scavenger”) vagy a mikrobiológiai romlást gátló (bocid) adalékanyagokkal ellátott rétegek. Az úgynevezett „intelligens csomagolások” esetében az élelmiszer állagának változását jelző indikátorokat („TTI”) alkalmaznak, amelyek segítségével az élelmiszerlánc logisztikája optimalizálható, és ezen keresztül az élelmiszer-veszteségek csökkenthetők.

A társadalmi hasznosság elemzése során ki kell térnünk a csomagolóanyagok környezetvédelmi és élelmiszer-biztonsági kérdéseire. Tekintettel arra, hogy az élelmiszerrel érintkező hajlékonyfalú csomagolóanyagok egészségvédelmi biztonsága egyben a környezetvédelmi biztonsági követelmények teljesülését is magában foglalja, az alábbiakban csak az élelmiszer-biztonsági szempontokra térünk ki. A hajlékonyfalú csomagolóanyagok azon immanens adottsága, hogy az elérni kívánt funkcióhoz szükséges legkisebb falvastagsággal rendelkező rétegek kombinációjaként jönnek létre, magában hordozza azt a veszélyt, hogy migrációképes alkotó komponenseik, nevezetesen a hátramaradt mono-

4. ábra. Csomagolási paradoxon



merek, adalékanyagok, a gyártástechnológiával összefüggő maradék oldószerek és degradációs melléktermékek a vékony rétegekből, illetve azokon keresztül diffúzió útján könnyen áthatolva az élelmiszerbe jutnak, és potenciálisan az emberi egészséget veszélyeztetik. Ezzel kapcsolatban azt az alapszabályt kell elfogadnunk, hogy nem a kioldódás (migráció) ténye és/vagy a vegyi anyagok veszélyessége önmagában, hanem a kioldódás mértéke a meghatározó. Amennyiben a szóban forgó vegyi anyagokra specifikusan érvényes migrációs határértékeket betartjuk, a csomagolóanyagok az élelmiszerekre, illetve az emberi egészségre nézve veszélytelenek maradnak. Különösen jó hír, hogy az EU-ban a műanyag alapú élelmiszer-csomagoló anyagok szabályozása a legátfogóbb, amelynek legfontosabb elemei az alábbiak:

- pozitív lista előírása a felhasználható kiindulási vegyi anyagokra;
- határértékek meghatározása a globális és specifikus migrációra;
- részletes útmutatás a migráció analitikai módszereire, amelyek révén ma már a legtöbb vegyi anyagra az 1 ppb mérési pontosság is elérhető, és így az általánosan érvényes toxikológiai biz-

tonsági határérték (10 ppb) ellenőrzése nagy biztonsággal elvégezhető;

- rizikóelemzési kötelezettség a nem szándékosan hozzáadott vegyi anyagokra (NIAS) és az EU szintjén nem szabályozott anyagcsoportokra (papír, alumínium fólia, festékek, ragasztók, bevonó anyagok);
- „adekvát” biztonsági információ átadási kötelezettség a szállítói láncban az egyes szereplők között (élelmiszer-biztonsági tanúsítvány).

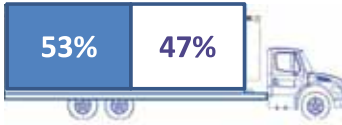
Az élelmiszer-biztonsági kérdéseket úgy összegezhetjük, hogy ma már minden technikai, tudományos és törvényi feltétele megvan annak, hogy a felelősségteljes gazdasági szereplők az emberi egészségre veszélytelen csomagolóanyagokat hozzanak forgalomba.

Mint említettük, a fenntarthatóság további fontos követelménye a gazdaságosság. Ennek kapcsán a csomagolóanyagok természeti erőforrás igényességét, valamint teljes életciklusukat átölelő környezeti terhelést a teljes élelmiszer értéklánc környezeti terhelésének részeként kell vizsgálnunk. A fenti, 4. ábra a klasszikusan „csomagolási paradoxonnak” nevezett problémát írja le.

5. ábra. Különböző csomagolóanyag-rendszerek anyagigényességének összehasonlítása

326 g kávé csomagolása	„Brick pack”	Fémdoboz	Műanyag doboz
Csomagolószerszám tömege (g)	11,3	96,4	59,5
Termék/csomagolószerszám tömegarány (g)	29:1	3:1	5:1
Csomagolószerszám tömege 100 g termékre (g)	3,5	29,6	18,3

Forrás: Flexible Packaging Europe „Perfect fit” tanulmánya 2014

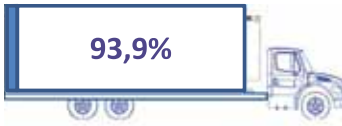


0,2 L Folyadék szállítása
üvegben (12 db/rekesz)

Folyadék arány: 47%

Csomagolószerszám arány: 53%

6. ábra. Hasznos szállítási tömeg összehasonlítása 0,2 l folyadék üveg- és hajlékonyfalú csomagolása esetében



0,2 L Folyadék szállítása
tasakban (10 db/karton)

Folyadék arány: 93,9%

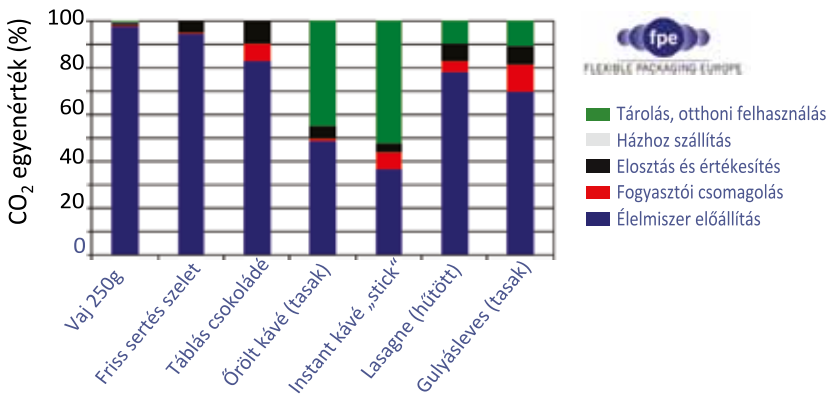
Csomagolószerszám arány: 6,1%

A 4. ábra jól mutatja, hogy a helytelenül méretezett csomagolás mind a növekvő, mind a csökkenő falvastagság irányában a csomagolóanyag és élelmiszer (termék) együttes környezeti terhelését növeli. Alulméretezett csomagolás során nő az élelmiszerlánc vesztesége, míg túlméretezett csomagolás felesleges anyag- és energiafelhasználással jár. Érdemes megfigyelni, hogy a falvastagság csökkentésének irányában a környezetterhelés meredekebben emelkedik, mint az ellenkező irányú változásnál. Ezek az összefüggések mindenkor az anyagfelhasználási optimum megkeresésének szükségességére kell, hogy felhívják a figyelmet. A hajlékonyfalú csomagolóanyagok minden más csomagolóanyagra épülő rendszerekhez viszonyítva a legkisebb anyagigényesség – és ezen keresztül a legkisebb természeti forrásigényesség – elérését teszik lehetővé. Három különböző, 326 g töltőtömegű csomagolás fajlagos anyagigényét hasonlítottuk össze az 5. ábrában.

Az 5. ábrából közvetlenül kitűnik, hogy a hajlékonyfalú csomagolóanyagok természeti erőforrás takarékoságuk és ebből következően kisebb hulladékarányuk felülmúlhatatlan az egyéb csomagolóanyag-rendszerekkel összehasonlítva. E primer előnyt azzal fokozzák, hogy segítségükkel a hasznos szállítási tömeg maximalizálható, és így a szállítással összefüggő környezetterhelés is közvetlenül csökkenthetővé válik, ahogy ezt a 6. ábra szemlélteti.

Az itt leírtak szintetizálásának érdekében vizsgáljuk meg néhány hajlékonyfalú csomagolást alkalmazó élelmiszer értékalkotó lánc teljes környezeti terhelését szén-dioxid egyenértékben kifejezve.

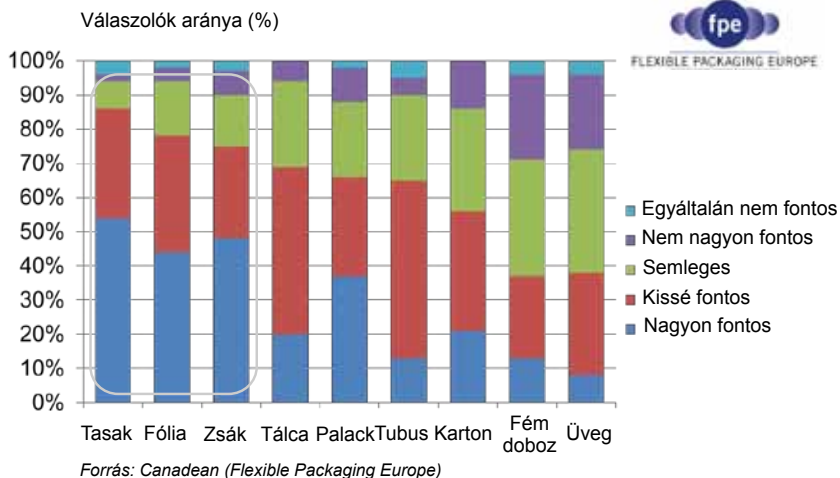
A 7. ábrából azonnal kitűnik, hogy a hajlékonyfalú csomagolóanyagok hozzájárulása a teljes értékalkotó lánc szén-dioxid-kibocsátásához elhanyagolható, gyakorlatilag a 10-12%-ot nem haladja meg. Ez teljes mértékben egybecseng a forrásigényesség kapcsán elmondottakkal. Leg-



Forrás: Flexible Packaging Europe „Perfect fit” tanulmánya (2014)

7. ábra. Hajlékonyfalú élelmiszer-csomagolások CO₂ egyenértékének összehasonlítása (%)

8. ábra. Csomagolási típusok jövőbeli jelentőségének megítélése (Globális felmérés)



meghatározóbb eleme a szén-dioxid-kibocsátásnak maga az élelmiszerek termelése és előállítása. Ezt követi az elosztás, (szállítás) hatása, ami az összes vizsgált élelmiszer esetében egységesen alacsony marad, a hasznos szállítási tömeggel kapcsolatban elmondottaknak megfelelően. Az élelmiszer felhasználása érdekében a fogyasztóra háruló befejező műveletek (főzés, sütés, forralás) energiaigénye esetenként a teljes szén-dioxid-kibocsátás akár 50%-át is elérheti. Erre a fogyasztói szokások, igények kielégítése (pl. „háziilag elkészített” hatás elérése) érdekében sokszor szükség van. A hajlékonyfalú csomagolóanyagok szerepe abban juthat kifejezésre, hogy a fogyasztási szokásokhoz rugalmasan alkalmazkodó megoldások, fogyasztói adagok kialakításában és ezen keresztül az élelmiszer-veszteségek csökkentésében szinte korlátlan lehetőségeket kínálnak, minimális saját kibocsátás mellett.

A fenntarthatóság fentiekben kifejtett elemzéséből levonhatjuk azt a következtetésünket, hogy a hajlékonyfalú csomagolóanyagok kitüntetett szerepet játszanak az élelmiszer-veszteségek csökkentésében, miközben előállításuk és megsemmisítésük során lényegesen kisebb mértékben terhelik a természeti erőforrásokat, mint amilyen mértékben azok megtakarításához hozzájárulnak.

A hajlékonyfalú csomagolóanyagokat érő vád, miszerint biológiailag csak igen lassan lebomló hulladékként kerülnek a természetbe, nem tekinthető e csomagolóanyagok saját hiányosságának, hiszen a hasznosítható hulladékoknak nem a depóniákon vagy a természetben szabadon tá-

rolva van a helye. Korszerű szemétegetők segítségével a hajlékonyfalú csomagolóanyag-hulladékokban tárolt energia környezetbarát módon és gazdaságosan kinyerhető, és számos elterjedt gyakorlati alkalmazás bizonyítja, hogy korszerű infrastruktúrával rendelkező települések legolcsóbb távfűtési energiájaként hasznosítható. Fentiekben leírt szerepük alapján a hajlékonyfalú csomagolási rendszereket bátran sorolhatjuk azon megoldások közé, amelyek a fenntartható fejlődést közvetlenül szolgálják.

Fenti elemzés birtokában talán nem meglepő, hogy az amerikai székhelyű Canadean fogyasztói piackutató cég által a különböző csomagolóanyagok jövőbeli fejlődésének megítéléséről végzett globális felmérés a hajlékonyfalú csomagolóanyagokat sorolta az első helyre helyre (8. ábra).

A hajlékonyfalú csomagolóanyagok 2012-ben 47 milliárd USA \$ forgalmú piaca 2016-ig évi 5% kumulált növekedési rátával (CAGR) fog növekedni, a PCI Films Consulting Ltd. szerint. E fejlődés vezető régiója Délkelet-Ázsia közel 10%-os ütemmel, amelyet Kelet-Európa követ 6%-kal. Nyugat-Európa az utolsó helyen kullogva alig éri el a 1,5%-os ütemet. Foglaljuk össze azokat a tudományos-technikai eredményeket, amelyek az elmondottakon túl megalapozzák a hajlékonyfalú csomagolási rendszerek és így a csomagolóanyagok további fejlődését. Ehhez használjuk fel a Smithers Pira globális papír, csomagolási és nyomtatási szaktanácsadó cég frissen elkészült tanulmányát, amelyben 25 meghatározó tényezőt azonosítottak, mint amelyek a hajlékonyfalú csomagolóanyagok fejlődési trendjét 2023-ig

előre jelezve meghatározzák („Ten-year Forecast of disruptive technologies in flexible packaging to 2023”). Természetesen ezek részletezése meghaladja jelen írás kereteit, de kiemelésszerűen említsük meg a következőket:

- ♦ Az intelligens csomagolások szerepe tovább fog nőni, mert előállításuk gazdaságossága folyamatosan javul, és nagyban hozzájárulnak az élelmiszerek biztonságához, a hamisítás elleni védelemhez és a márkahírnév megőrzéséhez. Ebben nagy szerepet kapnak az új digitális elektronikanyomtatási eljárások.

- ♦ Kétségtelenül nagy ütemű lesz a bioalapú műanyagok előretörése. Itt a hangsúly a megújuló források felhasználásán és ezzel a fenntarthatóság további erősítésén van. Egyszerűen arról van szó, hogy a hagyományos műanyagok megújuló forrásból származó alternatívái fogják elődeiket fokozatosan kiszorítani. A leggyorsabb fejlődés a biopoliészterek területén figyelhető meg, ahol a tereftálsav és monoetilénglikol észterifikációjában részt vevő reakciópáros monoetilénglikol komponense már cukornádból és melaszból gazdaságosan előállítható. Előrehaladott kísérletek zajlanak a másik komponens bioalapra helyezése érdekében. Tekintettel arra, hogy a biológiailag lebomló műanyagok jelentős része petrokémiai eredetű, ezek szerepe a jövőben mérsékelt marad, hiszen ellenőrzött lebontásuk infrastruktúrális feltételei is lassabban épülnek ki.

- ♦ Továbbra is hatalmas ütemben fog fejlődni a funkcionális zárórétegek skálája, amelyet a polimer kémia újabb és újabb felfedezései támogatnak. Általános trendként figyelhető meg az alufólia kiváltására irányuló törekvés, amelynek első lépéseként az átlátszó szervesetlen depozit-

rétegek törtek előre (SiO_x, AlO_x), míg ma már a szerves alapú (vinilklorid-mentes) vékonyréteg bevonatok alkalmazásának erősödése figyelhető meg. Igen látványos az extrudálási technológiák fejlődése, amelynek révén optimálisan kiválasztott funkcionális polimerek akár 9 rétegben – az összes rétegvastagság további csökkenthetősége mellett – egyesíthetők egy szerkezetben.

- ♦ A hajlékonyfalú csomagolóanyag gyártás tömegszerűségének gazdaságossági követelményeihez jól illeszkedik a gyártástechnológiák rohamos fejlődése, úgymint a folyamatosan emelhető gyártási sebesség, számszázalékos online minőség-ellenőrző rendszerek és a gyors termékváltoztatást biztosító megoldások. Kis szériák gyártásához a keskenypályás berendezések és a digitális nyomtatás egyaránt a gazdaságosság növelése irányában hatnak. A digitális és hagyományos nyomtatások hibridmegoldásaival az egyes csomagolási egységek megszemélyesítése (promóciók) sebességvesztés nélkül megvalósítható. Az oldószermentes nyomtatási és kasírozási eljárások a környezeti terhelést és a termékbiztonságot egyaránt elősegítik. A lézeres riccelés és perforálás szintén integrálható a hagyományos gyártási technológiákba, és a könnyű nyithatóságot elősegítő felszakítási nyomvonalak gazdaságos kialakítását teszik lehetővé.

Záró gondolatként nagy biztonsággal állíthatjuk, hogy a hajlékonyfalú csomagolóanyagok és csomagolási rendszerek környezetünk megóvásában, az élelmiszerek biztonságának és ezen keresztül az egészség megóvásában, végül is az élet minőségének javításában a jövőben is kitüntetett szerepet fognak játszani.

BETA-ROLL®

Hengergyártás:

- ♦ Gumihengerek felújítása
- ♦ Komplet henger gyártás
- ♦ Hengercsonk- és csapágyhely-felújítás
- ♦ Fémhengerek gyártása
- ♦ Anilox hengerek értékesítése
- ♦ Sleeve-ek értékesítése és felújítása
- ♦ Kefe- és szivacs hengerek gyártása
- ♦ Dinamikus kiegyensúlyozás

www.gumihenger.hu

Segédanyagok:

- ♦ Ofszetlemezek és vegyszerei
- ♦ Gumikendők, lakkozó kendők
- ♦ Festékek, lakkok
- ♦ Lemosószerke
- ♦ Flexó hígítók, gyorsítók, lassítók
- ♦ Vízadalékok
- ♦ Ipari vegyszerek értékesítése
- ♦ Technológiai tanácsadás